

**Schichtverbundwerkstoff für Gleitlager, Herstellung und
Verwendung**

Beschreibung:

Die Erfindung betrifft einen Schichtverbundwerkstoff, insbesondere für Gleitlager oder Buchsen, mit einer Trägerschicht, einer Lagermetallschicht aus einer Kupferlegierung oder einer Aluminiumlegierung, einer Nickel-Zwischenschicht und einer Gleitschicht. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung dieses Schichtverbundwerkstoffes, die Herstellung von Gleitlagern oder Buchsen sowie Verwendungen des Schichtverbundwerkstoffes.

Klassische Schichtverbundwerkstoffe mit dem Aufbau Stahlrücken als Trägerschicht, Bleibronze als Lagermetallschicht und Gleitschicht aus Blei-Zinn-Kupfer, wie sie beispielsweise in Glyco-Ingenieurberichte 1/91 beschrieben werden, haben sich durch hohe Zuverlässigkeit und mechanische Belastbarkeit bewährt. Die Gleitschicht wird dabei galvanisch abgeschieden. Es handelt sich bei ihr um eine multifunktionale Schicht, in die Fremdpartikel eingebettet werden können, die als Korrosionsschutz dient, die Notlauf Eigenschaften zeigt und insbesondere für den Einlauf bzw. die Anpassung der Gleitpartner geeignet ist.

Auch die Lagermetallschicht weist hinreichende Notlaufeigenschaften für den Fall auf, dass die Gleitschicht zumindest stellenweise völlig abgetragen ist.

Die klassischen Schichtverbundwerkstoffe weisen eine Gleitschicht auf Bleibasis auf. Eine gängige Legierung ist z.B. PbSn10Cu2. Derartige

Gleitschichten weisen niedrige Härten um 12 – 15 HV (Vicker's Härte) auf. Daher besitzen sie gute Einbettfähigkeit und sind fressunempfindlich. Aus Arbeitsschutz- und Umweltschutzgründen ist es allerdings wünschenswert, das Schwermetall Blei durch andere geeignete Werkstoffe zu ersetzen.

Ein Ansatz besteht darin, in hoch belasteten Lagerungen harte Schichten als Gleitschichten einzusetzen. Z.B. werden durch PVD-Verfahren (physical vapor deposition) Aluminium-Zinn-Schichten mit Härten um 80 HV abgeschieden. Diese sind bleifrei, allerdings in der Herstellung sehr teuer. Derartige Lager sind sehr verschleißbeständig. Sie besitzen aber kaum Einbettfähigkeit und werden daher meist mit weichen bleihaltigen Schichten als Gegenschale kombiniert. Allerdings ist es wünschenswert, auch bei Gegenschalen Blei durch andere Werkstoffe zu ersetzen.

Es ist versucht worden, reines Zinn als Gleitfläche zu verwenden. Mit einer Härte von ungefähr 10 HV ist es allerdings noch weicher als die konventionellen Bleilegierungen und vermag daher die Belastungen, die z.B. in Kurbelwellenhaupt- und Pleuellagern entstehen, nicht aufzunehmen.

In der DE 197 28 777 A1 wird ein Schichtverbundwerkstoff für Gleitelemente beschrieben, dessen Gleitschicht aus einer bleifreien, Zinn und Kupfer aufweisenden Legierung besteht, wobei der Kupferanteil 3 – 20 Gew.-% und der Zinnanteil 70 – 97 Gew.-% beträgt. Diese Gleitschicht wird mit Hilfe eines methylsulfonsauren Elektrolyten mit Kornfeinungszusätzen galvanisch abgeschieden. Die so erzeugte Gleitschicht besitzt die Eigenschaft ternärer Bleibasis-Gleitschichten. In der DE 197 28 777 A 1 wird ferner vorgeschlagen, zur weiteren Verbesserung der Verschleißfestigkeit im Elektrolytbad dispergierte Hartstoffteilchen vorzusehen, die in die Schicht eingebaut werden. Dies

ist aber mit zusätzlichem Aufwand und Kosten verbunden. Zwischen dem Lagermetall und der Gleitschicht kann eine 1 – 3 µm dicke Nickelschicht zusammen mit einer 2 – 10 µm dicken Nickel-Zinnschicht als Diffusionssperrschicht vorgesehen sein.

In der DE 197 54 221 A1 ist ein Schichtverbundwerkstoff mit einer Gleitschicht mit 3 – 30 Gew.-% Kupfer, 60 – 97 Gew.-% Zinn und 0,5 – 10 Gew.-% Kobalt offenbart. Dadurch wird eine weitere Erhöhung der mechanischen Belastbarkeit erreicht und eine Versprödung der Bindungsschicht zwischen Gleitschicht und Nickeldiffusionssperrschicht verhindert. Durch das Kobalt wird die Diffusionsneigung des Zinns zum Nickel vermindert. Durch die Zulegierung des Kobalts wird allerdings der galvanische Abscheidungsprozess komplexer, was die Prozesssicherheit verringert. Im übrigen kann wie in der DE 197 28 777 A1 die 1 – 3 µm dicke Nickelschicht mit einer 2 – 10 µm dicken Nickel-Zinnschicht als Diffusionssperre kombiniert werden.

In der EP 1 113 180 A2 wird ein Schichtverbundwerkstoff für Gleitlager beschrieben, dessen Gleitschicht eine Zinnmatrix besitzt, in die Zinn-Kupfer-Partikel eingelagert sind, die aus 39 – 55 Gew.-% Kupfer und Rest Zinn bestehen. Charakteristisch für den Schichtverbundwerkstoff ist außerdem, dass nicht nur eine Zwischenschicht aus Nickel einer Dicke von 1 – 4 µm vorgesehen ist, sondern zwischen der Nickel-Zwischenschicht und der Gleitschicht eine zweite Zwischenschicht einer Dicke 2 – 7 µm aus Zinn und Nickel angeordnet ist. Mittels den Zwischenschichten aus Nickel und Zinn-Nickel wird ein sich selbst an die Belastung anpassendes System erzeugt, bei dem sich je nach thermischen Bedingungen durch ein Wachstum der Zinn-Nickel-Schicht die Belastbarkeit erhöht. Aus diesem Schichtverbundwerkstoff lassen sich Produkte für höhere Belastungen in modernen, hoch aufgeladenen Dieselmotoren herstellen. Durch die zusätzliche Schicht ist aber ein

höherer prozesstechnischer Aufwand bei der Herstellung des Schichtverbundwerkstoffes und damit höhere Kosten verbunden.

Aus der DE 100 32 624 A1 ist ein Gleitlager aus einem Lagermetall und einer Laufschrift aus Bismut oder Bismutlegierung bekannt, die verbesserte Kompatibilität und Ermüdungsfestigkeit aufweisen soll. Ausschlaggebend ist eine besondere Vorzugsorientierung der Wismutkristalle, die gegenüber einer statistischen Orientierung der Kristalle und gegenüber Einkristallen eine verringerte Sprödigkeit und verbesserte Anpassungsfähigkeit besitzen soll. Als mögliche Legierungen wird auf Legierungen des Bismuts mit weichen Materialien wie Zinn, Indium, Antimon und dergleichen hingewiesen. Diese beinhalten jedoch die Gefahr, dass bei Inhomogenitäten der Verteilung dieser Materialien in der Matrix, d.h. bei Konzentrationsschwankungen, niedrig schmelzende Eutektika gebildet werden. Daher sollen die Zusätze auf maximal 5 Gew.-% begrenzt werden. In der Praxis hat sich allerdings herausgestellt, dass die Eutektikumbildung sogar bereits unterhalb der 5 Gew.-%- Grenze auftritt.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die Nachteile des Standes der Technik zu überwinden.

Gelöst wird die Erfindung durch einen Schichtverbundwerkstoff gemäß Anspruch 1. Ferner wird die Aufgabe gelöst durch Herstellungsverfahren gemäß Anspruch 9 und 12 sowie Verwendungen gemäß den Ansprüchen 15 und 16.

Es hat sich herausgestellt, dass das Vorhandensein von weiteren Phasen aus Kupfer und/oder Silber in der Bismutmatrix die Verschleißfestigkeit erhöht. Obwohl die Gleitschicht kein Blei enthält, weist sie eine vergleichbare bis bessere spezifische Belastbarkeit und Verschleißigenschaften auf als bei herkömmlichen Schichten auf

Bleibasis. Die Gleitschicht des erfindungsgemäßen Schichtverbundwerkstoffes ist anpassungsfähig und zeigt eine hohe Einbettfähigkeit für Schmutzpartikel. Besonders vorteilhaft ist, dass sich keine niedrig schmelzenden Eutektika in der Gleitschicht ausbilden.

Genauere Untersuchungen haben außerdem gezeigt, dass sich Lager aus diesem Schichtverbundwerkstoff nach dem Einlauf auf der zunächst noch relativ weichen Gleitschicht durch die Erwärmung im Betrieb selbst stabilisieren und eine höherfeste Oberfläche ausbilden. Dies geschieht durch die Ausbildung einer Bismut und Nickel enthaltenden Schicht durch Diffusion des Nickels in die im Wesentlichen aus Bismut bestehende Gleitschicht. Die daraus resultierende Gleitfläche ist hochbelastbar und verschleißfest. Indem eine mindestens ca. 4 µm dicke Nickelschicht vorgehalten wird, wird gewährleistet, dass die Nickelschicht auch nach der Einlaufphase nicht vollständig umgesetzt wird.

Die Metalle Kupfer und Silber können einzeln oder in Kombination in der Bismutmatrix vorhanden sein. Ihr Gesamtanteil sollte zwischen ca. 0,5 und 20 Gew.-% betragen. Vorteilhafterweise sollte der Gesamtgehalt von Kupfer und/oder Silber zwischen ca. 2 und 8 Gew.-% betragen.

Die Gleitschicht sollte vorteilhafterweise eine Schichtdicke von ca. 5 – 25 µm aufweisen. Besonders bevorzugt sind Schichtdicken von ca. 4 – 6 µm für die Nickelzwischenschicht und von ca. 6 – 14 µm für die Bismutgleitschicht. Bei Schichtdicken in diesen Größenordnungen wird gewährleistet, dass weder die Nickelschicht noch die Gleitschicht auf Bismutbasis diffusionsbedingt vollständig umgesetzt werden. Dies würde zu Haftungsproblemen bzw. ungewollten Wechselwirkungen zwischen dem in der Gleitschicht enthaltenen Bismut und dem

Lagermetall führen, z.B. bei blei- und zinnhaltigem Lagermetall zu Eutektikumsbildung mit sehr niedrigen Schmelzpunkten.

Vorteilhafterweise handelt es sich bei den Lagermetallen um Kupfer-Aluminium-, Kupfer-Zinn-, Kupfer-Zinn-Blei-, Kupfer-Zink-, Kupfer-Zink-Silizium-, Kupfer-Zink-Aluminium-, Kupfer-Aluminium-Eisen- oder Kupfer-Zinklegierungen. Bevorzugt sind Lagermetalle auf Kupfer- oder Aluminiumbasis, d.h. deren Kupfer- oder Aluminiumanteil zwischen 50 und 95 Gew.-% liegt.

Erfindungsgemäß wird der Schichtverbundwerkstoff dadurch hergestellt, dass auf einen Verbund aus Träger-, Lagermetall- und Nickelzwischenschicht die Gleitschicht aus einem methansulfonsauren Elektrolyten, wie er in Anspruch 9 spezifiziert ist, abgeschieden wird, wobei der Elektrolyt ein nicht ionisches Netzmittel und ein eine Karbonsäure beinhaltendes Kornverfeinerungsmittel enthält. Als Antioxidationsmittel ist im Elektrolyten Resorcin vorhanden. Soll die Gleitschicht auch Silber enthalten, muss Thiohamstoff als Komplexbildner beigelegt werden. Thiohamstoff verschiebt die Abscheidungspotentiale dahingehend, dass Silber und Bismut zusammen abgeschieden werden können.

Als Kornverfeinerer wird vorzugsweise ein Mittel auf der Basis von einem Acrylsäurederivat und Alkylarylpolyglycolether verwendet. Unter der Bezeichnung Zusatz L, Cerolyt BMM/T wird ein derartiger Kornverfeinerer von der Firma Enthone OMI vertrieben.

Das nichtionische Netzmittel ist vor allen Dingen bei kupferhaltigen Gleitschichten von Bedeutung. Es soll unkontrollierte Kupferabscheidungen insbesondere auf dem Lagerrücken verhindern. Besonders bewährt haben sich nichtionische Netzmittel auf der Basis von Arylpolyglycolether und/oder Alkylarylpolyglycolether. Derartige

nichtionische Netzmittel werden von der Firma Enthone OMI unter der Bezeichnung Zusatz N, Cerolyt BMM-T vertrieben.

Die erfindungsgemäßen Gleitlager oder Buchsen weisen den großen Vorteil auf, dass sich beim Einlauf unter den Betriebsbedingungen eine Interdiffusionsschicht aus Bismut und Nickel ausbildet, die die Verschleißfestigkeit erhöht. Es besteht die Möglichkeit, das Entstehen der Interdiffusionsschicht durch künstliches Altern der Gleitlager oder Buchsen zu fördern. Besonders bewährt hat sich dabei eine Wärmebehandlung bei ca. 150° – 170°C, die sich über mehrere Stunden bis einige Tage erstreckt.

Der erfindungsgemäße Schichtverbundwerkstoff eignet sich besonders zur Herstellung von Kurbelwellenhauptlagern und von Pleuellagern, insbesondere für das große Pleuellauge.

Die Erfindung soll anhand eines Beispiels und von Figuren näher erläutert werden.

Es zeigen:

- | | |
|---------|---|
| Figur 1 | einen Schnitt durch die Lagermetallschicht, Nickelzwischenschicht und Gleitschicht eines erfindungsgemäßen Schichtverbundwerkstoffes; |
| Figur 2 | einen Schnitt durch ein aus dem erfindungsgemäßen Schichtverbundwerkstoff bestehendes Lager nach der Einlaufphase und |
| Figur 3 | die an dem Lager gemäß Figur 2 im Bereich III-III durch energiedispersive Röntgenanalyse ermittelte Elementverteilung. |

Auf ein vorgefertigtes Lager aus einem Verbund aus Stahl und einem Lagermetall aus CuPb22Sn wird nach entsprechender Vorbehandlung eine Nickeldiffusionssperrschicht aus einem Watt's Nickelelektrolyten aufgebracht.

Auf die so erzeugte Nickelzwischenschicht wird die Gleitschicht auf Bismutbasis galvanisch abgeschieden. Dafür wird folgendes Elektrolytssystem auf wässriger Basis eingesetzt:

Bi ³⁺ als Bismutmethansulfonat	30 – 40 g/l
Cu ²⁺ als Kupfermethansulfonat	1 – 5 g/l
Ag ⁺ als Silbermethansulfonat	0,1 – 2 g/l
Methansulfonsäure	150 – 200 g/l
Zusatz „N“ (Cerolyt BMM-T)	50 – 70 g/l
Zusatz „L“ (Cerolyt BMM-T)	10 – 20 g/l
Resorcin	2 – 3 g/l
Thioharnstoff	30 – 150 g/l

Bei Weglassen von Silbermethansulfonat sollte auch der Thioharnstoff weggelassen werden.

Als Anodenmaterial kommt Bismut zum Einsatz. Die Badtemperatur zur Abscheidung der Gleitschicht liegt bei 15 – 40°C. Als Stromdichte werden $1,5 - 4 \times 10^{-2} \text{ A/m}^2$ eingesetzt. Die Distanz Anode zu Kathode beträgt maximal 350 mm. Das Oberflächenverhältnis Anode zu Kathode sollte im Wesentlichen bei 1:1 (+/- 10%) liegen.

Die Figur 1 zeigt die Schichtstruktur des wie oben beschrieben unter Weglassen von Silbermethansulfonat und Thioharnstoff erhaltenen Schichtverbundwerkstoffes als Schnittbild. Mit 1 ist dabei die Gleitschicht aus Kupfer-Bismut einer Dicke von 10,3 µm bezeichnet, mit

2 die Nickel-Zwischenschicht einer Dicke von 4,2 μm und mit 3 das Lagermetall aus CuPb22Sn.

Dabei ist der Grenzverlauf zwischen den beiden Schichten 2 und 3 zur deutlicheren Erkennung mit einer weißen Linie gekennzeichnet.

In Figur 2 ist ein Lager aus dem in Figur 1 gezeigten Schichtverbundwerkstoff nach Einstellung des Betriebszustandes, d.h. nach der Einlaufphase als Schnittbild gezeigt. Dazu wurde das Lager 500 h lang bei 150°C wärmebehandelt. Durch Diffusion ist die mit 4 bezeichnete Bismut-Nickel-Schicht einer Dicke von 8,5 μm entstanden, die zu einer belastbareren und verschleißfesteren Gleitfläche führt. Dass es sich um eine Bismut-Nickel-Schicht handelt, wird durch die in Figur 3 dargestellten Ergebnisse einer energiedispersiven Röntgenanalyse bestätigt. Die Abstände auf der X-Achse stimmen mit den entsprechenden Schichtdicken im Bereich III-III der Figur 2 überein. Die Gleitschicht 1' und die Nickelschicht 2 haben nun geringere Dicken von 3,6 μm respektive 2,4 μm .

Zur Bewertung der Leistungsfähigkeit von Lagern, die aus dem erfindungsgemäßen Schichtverbundwerkstoff hergestellt werden, wurden Underwood-Tests durchgeführt. Hierbei rotiert eine Welle mit Exzentergewichten in starr montierten Pleuelstangen. Die Lagerung in den Pleuelstangen wird durch die Prüflager gebildet. Die Prüflager haben eine Wanddicke von 1,4 mm und einen Durchmesser von 50 mm. Über die Lagerbreite wird die spezifische Belastung eingestellt. Die Drehzahl beträgt 4000 Umdrehungen/min. Es wurden die Gleitschichtermüdung und der Verschleiß nach 250 h Dauerlauf gemessen. Die in diesem Test erzielten Ergebnisse sind in Tabelle 1 aufgeführt (Beispiel-Nrn. 5 – 8). Zum Vergleich sind auch die Werte angegeben, die mit Werkstoffen nach dem Stand der Technik (Beispiele 1 – 4) erreicht werden.

Wie sich den in Tabelle 1 aufgeführten Ergebnissen entnehmen lässt, sind die Lager aus erfindungsgemäßigem Schichtverbundwerkstoff den herkömmlichen Lagern mit einer Gleitschicht auf Bleibasis bezüglich Gleitschichtermüdung, Verschleiß und maximaler Last bis zum Totalverschleiß deutlich überlegen. Lager mit erfindungsgemäß dicker Nickel-Zwischenschicht weisen bei gleicher Deckschicht gegenüber solchen mit dünnerer Nickel-Zwischenschicht eine deutlich höhere Belastungsgrenze auf (vgl. Beispiele 4,5). Durch zusätzliche Verwendung von Silber und Kupferzusätzen wird gegenüber reinen Bismutgleitschichten (Beispiele 5-8) die Verschleißfestigkeit signifikant verbessert.

Tabelle 1

Bsp.-Nr.	Stand der Technik					erfindungsgemäß		
	1	2	3	4	5	6	7	8
Zusammensetzung	PbSn5Cu2	PbSn10Cu5	PbSn14Cu8	Bi	Bi	BiCu3	BiAg5	Bi Cu2Ag2
Dicke der Ni-Schicht in µm	1	2	1,5	1,5	5	4,5	6	5
max. Last in MPa ohne Gleitschicht-ermüdung	52,5	60	65	50	75	77,5	80	80
Verschleiß in µm bei 60MPa	15	11	9	8	3	2	2	3
max. Last in MPa bis Totalverschleiß der Gleitschicht	60	67,5	80	75	82,5	92,5	95	95

Patentansprüche:

1. Schichtverbundwerkstoff, insbesondere für Gleitlager oder Buchsen, mit einer Trägerschicht, einer Lagermetallschicht (3) aus einer Kupferlegierung oder einer Aluminium-Legierung, einer Nickel-Zwischenschicht (2) und einer Gleitschicht (1), **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gleitschicht (1) aus ca. 0 – 20 Gew.-% Kupfer und/oder Silber und Rest Bismut besteht und die Schichtdicke der Nickelschicht mehr als 4 µm beträgt.
2. Schichtverbundwerkstoff nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gleitschicht (1) mindestens ca. 0,5 Gew.-% Kupfer und/oder Silber aufweist.
3. Schichtverbundwerkstoff nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gleitschicht (1) aus ca. 2 – 8 Gew.-% Kupfer und/oder Silber und Rest Bismut besteht.
4. Schichtverbundwerkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schichtdicke der Gleitschicht (1) ca. 5 – 25 µm beträgt.
5. Schichtverbundwerkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schichtdicke der Gleitschicht (1) ca. 6 – 14 µm beträgt.
6. Schichtverbundwerkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schichtdicke der Nickelschicht (2) ca. 4 – 6 µm beträgt.
7. Schichtverbundwerkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lagermetallschicht (3) aus

einer Kupfer-Aluminium, Kupfer-Zinn, Kupfer-Zinn-Blei, Kupfer-Zink, Kupfer-Zink-Silizium, Kupfer-Zink-Aluminium, Aluminium-Zink oder Kupfer-Aluminium-Eisen-Legierung besteht.

8. Schichtverbundwerkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 7, der einem Alterungsprozess unterworfen wurde und zwischen der Nickel-Zwischenschicht und der Gleitschicht eine Interdiffusionsschicht aus im wesentlichen Bismut und Nickel aufweist.
9. Verfahren zur Herstellung des Schichtverbundwerkstoffes nach einem der Ansprüche 1 bis 8 durch galvanisches Abscheiden, bei dem die Gleitschicht aus einem Elektrolytssystem auf wässriger Basis folgender Zusammensetzung abgeschieden wird:

Bismutmethansulfonat	20 – 100 g/l
Kupfermethansulfonat	0,1 – 30 g/l und/oder
Silbermethansulfonat	0,1 – 2 g/l
Methansulfonsäure	80 – 250 g/l
nichtionisches Netzmittel	20 – 100 g/l
Kornverfeinerer	5 – 40 g/l
Resorcin	1 – 4 g/l
bei Zugabe von	
Silbermethansulfonat zusätzlich	
Thiohamstoff	30 – 150 g/l.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Kornverfeinerer auf Basis eines Acrylsäurederivat und Alkylarylpolyglycolether ist.

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass das nichtionische Netzmittel auf Arylpolyglycolether und/oder Alkylarylpolyglycolether basiert.
12. Herstellung von Gleitlagern oder Buchsen mit folgenden Schritten:

Aufbringen einer Kupferlegierung oder einer Aluminiumlegierung als Lagermetallschicht auf eine Trägerschicht;

Vereinzeln und Umformen des Schichtverbundwerkstoffes

Aufbringen einer Nickel-Zwischenschicht auf die Lagermetallschicht;

galvanisches Abscheiden einer Gleitschicht auf die Nickel-Zwischenschicht gemäß dem Verfahren nach Anspruch 9 bis 11;
13. Herstellung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gleitlager oder Buchsen mehrere Stunden bis einige Tage wärmebehandelt werden.
14. Herstellung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Temperatur bei der Wärmebehandlung 150-170°C beträgt
15. Verwendung des Schichtverbundwerkstoffes nach Anspruch 1 bis 8 als Kurbelwellenhauptlager.
16. Verwendung des Schichtverbundwerkstoffes nach Anspruch 1 bis 8 als Pleuellager, insbesondere im großen Auge des Pleuels.

1 / 2



Fig. 1

2 / 2

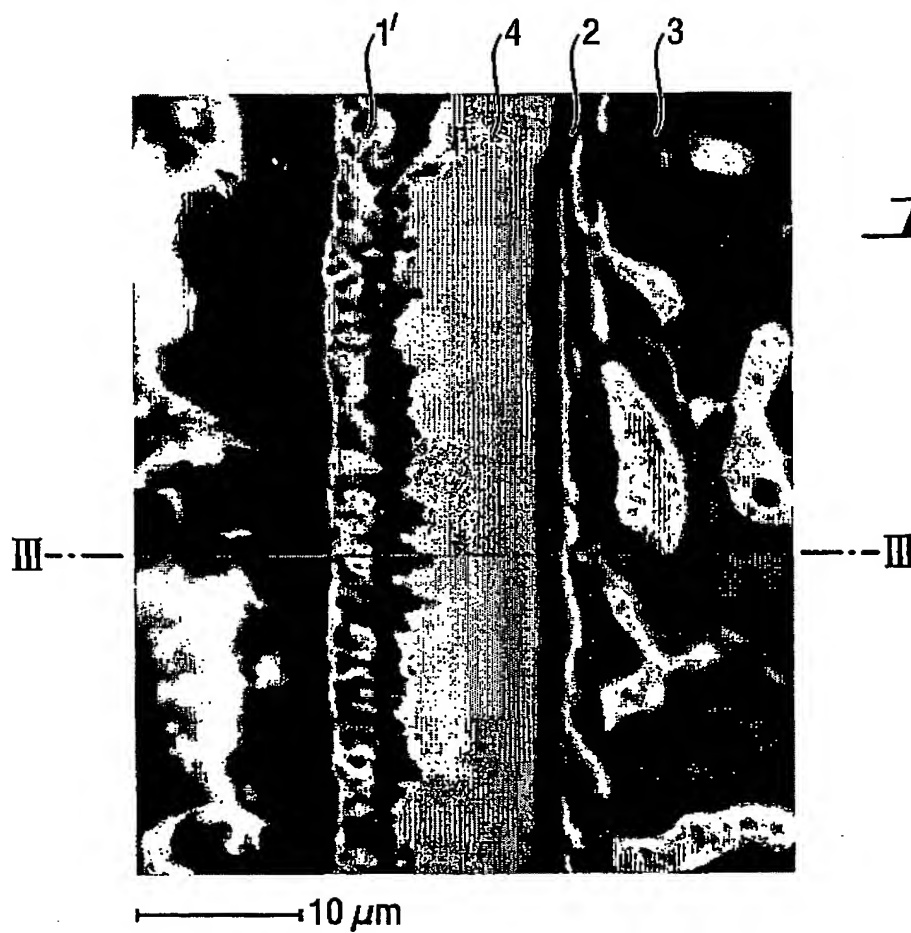


Fig. 2

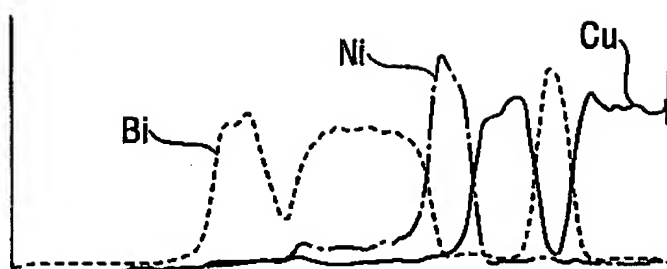


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PCT/DE2004/001766

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F16C33/12

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F16C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 197 28 777 A (GLYCO METALL WERKE) 8 April 1999 (1999-04-08) cited in the application claims 1-8	1-9, 12
A	DE 37 19 789 A (GLYCO METALL WERKE) 22 December 1988 (1988-12-22) column 4, line 42 - column 5, line 26	1-9, 12
A	EP 1 113 180 A (FEDERAL MOGUL WIESBADEN GMBH) 4 July 2001 (2001-07-04) cited in the application paragraph '0023! - paragraph '0032! claim 1	1, 9-12
-/-		



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principles or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "S" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

23 December 2004

Date of mailing of the international search report

03/01/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 6818 Patentlaan 2
NL - 2200 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3010

Authorized officer

Schaeffler, C

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE2004/001766

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 37 27 591 A (GLYCO METALL WERKE) 2 March 1989 (1989-03-02) column 3, line 8 - line 22 column 4, line 14 - line 34	1,9
A	DE 197 54 221 A (FEDERAL MOGUL WIESBADEN GMBH) 17 June 1999 (1999-06-17) cited in the application table 1 page 3, line 28 - line 42	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE2004/001766

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19728777	A	08-04-1999	DE 19728777 A1	08-04-1999
			BR 9802344 A	14-12-1999
			EP 0908539 A2	14-04-1999
			JP 2000240654 A	05-09-2000
			PL 326914 A1	18-01-1999
			US 6301784 B1	16-10-2001
			US 2002031684 A1	14-03-2002
DE 3719789	A	22-12-1988	DE 3719789 A1	22-12-1988
EP 1113180	A	04-07-2001	DE 19963385 C1	25-01-2001
			AT 271197 T	15-07-2004
			AT 21492000 A	15-12-2004
			BR 0006302 A	31-07-2001
			CZ 20004902 A3	15-08-2001
			DE 50007063 D1	19-08-2004
			EP 1113180 A2	04-07-2001
			JP 2001247995 A	14-09-2001
			PL 344826 A1	02-07-2001
			SK 19592000 A3	10-07-2001
			TR 200400312 T3	21-04-2004
			US 2001016267 A1	23-08-2001
DE 3727591	A	02-03-1989	DE 3727591 A1	02-03-1989
DE 19754221	A	17-06-1999	DE 19754221 A1	17-06-1999
			AT 203786 T	15-08-2001
			BR 9805293 A	09-11-1999
			CZ 9803836 A3	17-05-2000
			DE 59801118 D1	06-09-2001
			EP 0921211 A1	09-06-1999
			ES 2162385 T3	16-12-2001
			JP 2000064085 A	29-02-2000
			PL 330103 A1	07-06-1999
			US 6194087 B1	27-02-2001

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2004/001766

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F16C33/12

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 F16C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EP0-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 197 28 777 A (GLYCO METALL WERKE) 8. April 1999 (1999-04-08) in der Anmeldung erwähnt Ansprüche 1-8	1-9,12
A	DE 37 19 789 A (GLYCO METALL WERKE) 22. Dezember 1988 (1988-12-22) Spalte 4, Zeile 42 - Spalte 5, Zeile 26	1-9,12
A	EP 1 113 180 A (FEDERAL MOGUL WIESBADEN GMBH) 4. Juli 2001 (2001-07-04) in der Anmeldung erwähnt Absatz '0023! - Absatz '0032! Anspruch 1	1,9-12
	-/-	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

23. Dezember 2004

Absenddatum des Internationalen Recherchenberichts

03/01/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 940-2040, Tx. 91 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 940-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Schaeffler, C

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2004/001766

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Beitr. Anspruch Nr.
A	DE 37 27 591 A (GLYCO METALL WERKE) 2. März 1989 (1989-03-02) Spalte 3, Zeile 8 - Zeile 22 Spalte 4, Zeile 14 - Zeile 34	1,9
A	DE 197 54 221 A (FEDERAL MOGUL WIESBADEN GMBH) 17. Juni 1999 (1999-06-17) in der Anmeldung erwähnt Tabelle 1 Seite 3, Zeile 28 - Zeile 42	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/001766

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19728777	A	08-04-1999	DE 19728777 A1	08-04-1999
			BR 9802344 A	14-12-1999
			EP 0908539 A2	14-04-1999
			JP 2000240654 A	05-09-2000
			PL 326914 A1	18-01-1999
			US 6301784 B1	16-10-2001
			US 2002031684 A1	14-03-2002
DE 3719789	A	22-12-1988	DE 3719789 A1	22-12-1988
EP 1113180	A	04-07-2001	DE 19963385 C1	25-01-2001
			AT 271197 T	15-07-2004
			AT 21492000 A	15-12-2004
			BR 0006302 A	31-07-2001
			CZ 20004902 A3	15-08-2001
			DE 50007063 D1	19-08-2004
			EP 1113180 A2	04-07-2001
			JP 2001247995 A	14-09-2001
			PL 344826 A1	02-07-2001
			SK 19592000 A3	10-07-2001
			TR 200400312 T3	21-04-2004
			US 2001016267 A1	23-08-2001
DE 3727591	A	02-03-1989	DE 3727591 A1	02-03-1989
DE 19754221	A	17-06-1999	DE 19754221 A1	17-06-1999
			AT 203786 T	15-08-2001
			BR 9805293 A	09-11-1999
			CZ 9803836 A3	17-05-2000
			DE 59801118 D1	06-09-2001
			EP 0921211 A1	09-06-1999
			ES 2162385 T3	16-12-2001
			JP 2000064085 A	29-02-2000
			PL 330103 A1	07-06-1999
			US 6194087 B1	27-02-2001

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.